第2章 LR 構文解析 (教科書 p.72)

2.1 LR 構文解析の特徴

- パーサーの＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿（一方、人手での生成には向かない）
  → Yacc, Bison などの構文解析器生成系
- 取り扱える文法の範囲が広い
- 演算子順位法と同様に、＿＿＿＿＿＿・＿＿＿＿＿＿＿＿である
  （“LR” は Left-to-Right Rightmost derivation に由来する）
  - スタックを用いるのは同じ
  - シフト／還元の判断法がちがう（Bison のプログラム ～.y をデバッグするときに判断法の知識が必要になる）
    ＿＿＿を用いる （ただしスタックの方に!!）
    この DFA は直観的には BNF の右辺のどこまで処理しているか? を表す

LR 構文解析の例

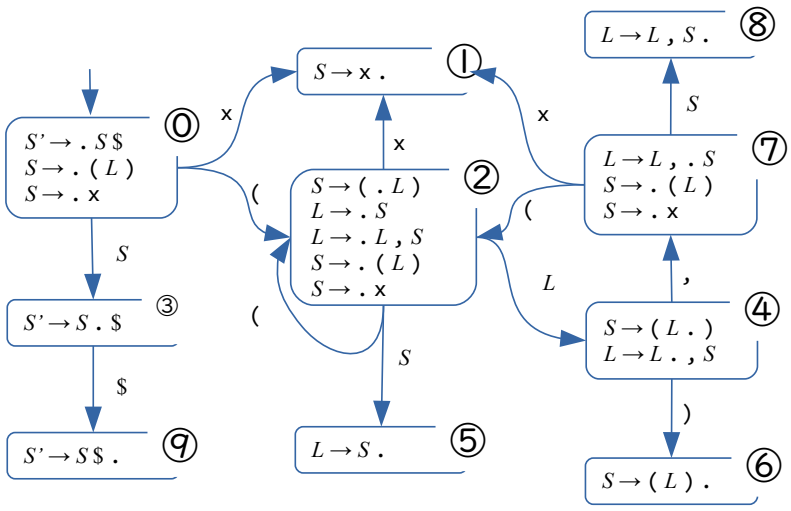
例 1

$$
\begin{aligned}
S' &\to S\ \$ \\
S &\to (\ L\ ) \\
&\quad \mid\ \texttt{x} \\
L &\to S \\
&\quad \mid\ L\ ,\ S
\end{aligned}
$$

注: LL 法（後述）は左再帰は扱えないが、LR 法は左再帰の文法のほうが効率が良い。

> **問 2.1.1 （復習）** この BNF の S から導出される終端記号列の例を導出列とともに 3 つ挙げよ
>
> ---
>
> ---

この BNF に対応する DFA は以下のようになる（ただし、DFA の作成法は講義の範囲外である）。



入力例: ((x , x) , x) $

スタック	入力	状態
		※
		※
		※
		※
		※
		※
		※
		※
		※

※ … スタックをもう一度 DFA にかける
実際にはスタック全体に繰り返し DFA を適用する必要はない。下の表のように

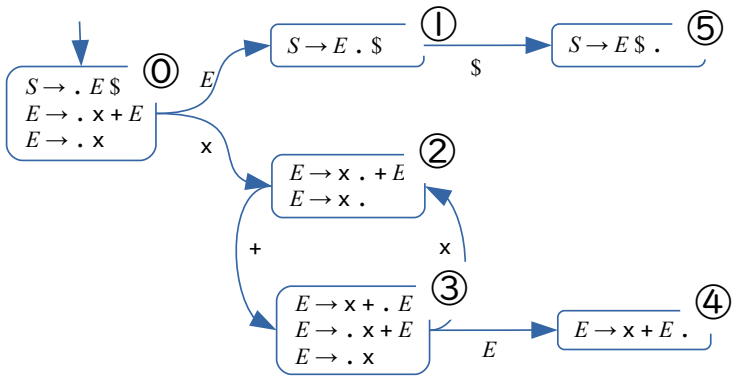
スタックに状態も積んでおくと良い

スタック	入力
⋮	

例 2

一般にシフト／還元の判定には“先読み”（入力の先頭）も用いる

$S \to E\,\$$ (1)
$E \to \mathtt{x} + E$ (2) 右再帰になっている
$\quad\mid \mathtt{x}$ (3)



状態②では 先読みが + → shift
先読みが + 以外 → reduce

LR 構文解析の階層

先読みの利用の仕方によって、以下のような階層がある

＿＿ > ＿＿＿ > ＿＿＿ > ＿＿
例 2　例 1

それぞれ、以下のような特徴がある

LR(1) … ○ 扱える文法の幅が広い
× DFA の状態数が多くなりすぎる
LALR(1) … LookAhead LR
現実的な選択肢である

Yacc, Bison はこれに基づく ← LL(1) よりは（通常）はるかに広い

SLR(1) … Simple LR

× 扱える文法の幅が狭い

○ DFA の状態数は少ない

LR 構文解析表

例 2 に対して LR 構文解析表は次のようになる（表の作り方は講義の範囲外である）

状態＼先読み	x	+	$		E
⓪	shift②				goto①
①			shift⑤		
②	reduce(3)	shift③	reduce(3)		
③	shift②				goto④
④		reduce(2)	reduce(2)		
⑤	accept	accept	accept		

説明 shift② … shift して状態②へ

reduce(2) … 生成規則(2) を使って reduce

goto① … 状態①へ

入力例 x + x + x $

スタック	入力	説明
		,
		,
		,

LR 構文解析と曖昧な文法

曖昧な文法に対して無理に LR 構文解析表を作ると (conflict) が起こる（つまり、表の 1 つの場所に複数の動作が入る）

例 3

$$E \to \mathtt{x} \mid E * E \mid E + E$$

＿＿＿＿＿＿＿＿が起こる。

例　x + x * x

Yacc (Bison) では演算子の＿＿＿＿・＿＿＿＿を指定して conflict を解消できる

例 4（＿＿＿＿＿＿＿＿, dangling else）

$$
\begin{aligned}
S \to\ & \textbf{if}\ (\ E\ )\ S \\
\mid\ & \textbf{if}\ (\ E\ )\ S\ \textbf{else}\ S \\
\mid\ & \ldots
\end{aligned}
$$

例　`if ( E1 ) if ( E2 ) S1 else S2`　← これは

`if ( E1 ) {if ( E2 ) S1} else S2`　と解釈するのか？

`if ( E1 ) {if ( E2 ) S1 else S2}`　と解釈するのか？

＿＿＿＿＿＿＿＿が起こる。 Yacc (Bison) では＿＿＿＿を採用する

例 5（特殊例の優先）

$$E \to E\ \hat{}\ E\ \_\ E \mid E\ \hat{}\ E \mid E\ \_\ E \mid \textbf{id}$$

（優先順位・結合性を与えても）＿＿＿＿＿＿＿＿が起こる

例　`x ^ y _ z $`

Yacc (Bison) では先に書かれている生成規則を優先する

これらの例 3 ～ 5 はよく知られている形だが、このような形以外の conflict は文法を見直す
